



Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. TO2003 A 000197

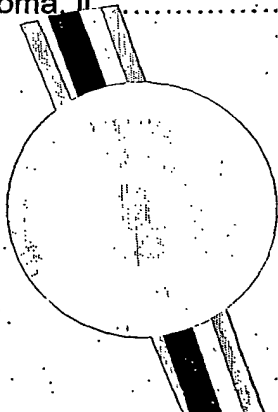


*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

9 MAR. 2004

Roma, li



IL FUNZIONARIO

Paola Giannino

Paola Giannino

BEST AVAILABLE COPY

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA E DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE. DEPOSITO RISERVE. ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A

marca
da
bollo

N.G.

SQ

A. RICHIEDENTE (I) C.R.F. Società Consortile per Azioni

1) Denominazione Orbassano - TO codice 07984560015

Residenza

2) Denominazione

Residenza

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome MARCHITELLI Mauro ed altri cod fiscale

denominazione studio di appartenenza BUZZI, NOTARO & ANTONIELLI d'OLUX SRL

via VIA MARIA VITTORIA n. 18 città TORINO cap 10123 (prov) TO

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via n. città cap (prov)

D. TITOLO classe proposta (saz/cl/scd) gruppo/sottogruppo
"DISPOSITIVO ELETTRO-OTTICO ATTIVO PER IL RILEVAMENTO DI OSTACOLI, IN PARTICOLARE PER SISTEMI DI NAVIGAZIONE AUTONOMA"ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA N° PROTOCOLLO

E. INVENTORI DESIGNATI cognome nome

1) FINIZIO, Roberto 3) PERLO, Pietro

2) REPETTO, Piernario 4) BERNARD, Stefano

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione tipo di priorità numero di domanda data di deposito allegato S/R

1)

2)

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) ☒ PROV n. pag 22 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)Doc. 2) ☒ PROV n. tav 19 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)Doc. 3) ☒ RIS lettera d'incarico, procura e riferimento procura generaleDoc. 4) ☒ RIS designazione inventoreDoc. 5) ☒ RIS documenti di priorità con traduzione in italianoDoc. 6) ☒ RIS autorizzazione o atto di cessioneDoc. 7) ☒ nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire € DUECENTONOVANTUNO/80 (€ 291,80) obbligatorio

COMPILATO IL 13/03/2003 FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE (I) IDA MAURO MARCHITELLI

CONTINUA S/NO ☒ N. iscriz. ALBO 507DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA S/NO ☒ (in proprio e per gli altri)

CAMERA DI COMMERCIO I.A.A. DI

TORINO

codice 103

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA

DUEMILATRE

TO 2003A 000197

L'anno millenovecento QUATTORDICI, del mese di MARZO

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI TORINO

dell'Ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

Mirella CAVALLARI

FOGLIO AGGIUNTIVO N. 1 di totale 1

DOMANDA N. _____

AGGIUNTA MODULO A

REG. A

A. RICHIEDENTE (I)

<input type="checkbox"/>	Denominazione			TO 2003A 000197		N.B.
<input type="checkbox"/>	Residenza			codice		
<input type="checkbox"/>	Denominazione			codice		
<input type="checkbox"/>	Residenza			codice		
<input type="checkbox"/>	Denominazione			codice		
<input type="checkbox"/>	Residenza			codice		
<input type="checkbox"/>	Denominazione			codice		
<input type="checkbox"/>	Residenza			codice		
<input type="checkbox"/>	Denominazione			codice		
<input type="checkbox"/>	Residenza			codice		

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome	cognome nome
<input checked="" type="checkbox"/> 5 CARVIGNESE, Cosimo	<input checked="" type="checkbox"/> 6 PALLARO, Nereo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R	SCIOGLIMENTO RISERVE Data N° Protocollo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)



N. iscriz. ALBO 507

(In proprio e per gli altri)

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO CENTRALE BREVETTI

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRELIMINARE

NUMERO DOMANDA

REG. A

DATA DI DEPOSITO 14/03/2003

NUMERO BREVETTO

TO 2003A 000197

DATA DI RILASCIO

L. 11/11/2003

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione I.C.R.F. Società Consortile per Azioni

Residenza Orbassano TO

D. TITOLO

"Dispositivo elettro-ottico attivo per il rilevamento di ostacoli attivo, in particolare per sistemi di navigazione autonoma".

Classe proposta (sez./cl./scl/)

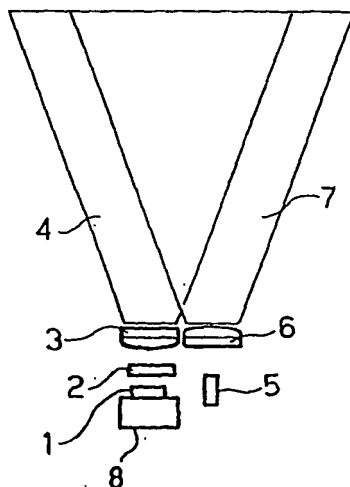
(gruppo/sottogruppo)

L. RIASSUNTO

Sistema elettro-ottico imbarcabile su unità mobili terrestri o volanti, per la determinazione del flusso ottico generato da ostacoli in movimento relativo rispetto all'unità mobile. Il sistema comprende mezzi emettitori di radiazione (5), mezzi ricevitori (1) per la conversione della radiazione riflessa dagli oggetti in segnali elettrici e mezzi di elaborazione (8) dei segnali generati dai mezzi ricevitori. I mezzi ricevitori (1) sono basati su sensori di visione con configurazione a matrice. I mezzi emettitori (5, 6) conformano il raggio di radiazione in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti e raccolta dai mezzi ricevitori investa almeno una parte della matrice di ricevitori. I mezzi di elaborazione calcolano il flusso ottico soltanto sugli elementi della matrice di ricevitori investiti dalla radiazione. (Figura 1).

M. DISEGNO

FIG. 1



CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI TORINO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Dispositivo elettro-ottico attivo per il rilevamento di ostacoli, in particolare per sistemi di navigazione autonoma".

di: C.R.F. Società Consortile per Azioni,
nazionalità italiana, Strada Torino, 50 - 10043
Orbassano (TO)

Inventori designati: FINIZIO, Roberto; REPETTO,
Piermario; PERLO, Pietro; BERNARD, Stefano;
CARVIGNESE, Cosimo; PALLARO, Nereo.

Depositata il: 14 Marzo 2003 **TO 2003A 000197**

* * *

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un dispositivo elettro-ottico attivo per il rilevamento di ostacoli, destinato in particolare ad essere utilizzato in sistemi di navigazione autonoma per unità mobili terrestri o volanti a più gradi di libertà.

In particolare, l'invenzione riguarda un dispositivo per il rilevamento di ostacoli basato sulla rilevazione del flusso ottico.

L'efficacia di un sistema di navigazione autonoma dipende dalla sua capacità di raggiungere una determinata posizione e/o orientazione nello spazio. Uno dei principali problemi per un

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

dispositivo di questo genere consiste nel percepire l'ambiente circostante e nel reagire con tempestività.

Sono già stati proposti dispositivi elettro-ottici per il rilevamento di ostacoli basati sulla misura del flusso ottico. Il flusso ottico indica la velocità con la quale elementi con differente contrasto si muovono in una scena, come risultato del moto relativo fra un osservatore e gli oggetti presenti nella scena. Se si considera un oggetto che si muove con una velocità relativa v rispetto ad un osservatore ed a una distanza ortogonale d rispetto all'osservatore, il flusso ottico è dato dal rapporto fra la velocità v e la distanza d .

La misura del flusso ottico dipende quindi dai seguenti fattori:

- risoluzione, campo visivo, frame-rate e sensibilità del mezzo ricevente,

- distanza fra il mezzo ricevitore e gli oggetti presenti nella scena,

- velocità relativa fra il mezzo ricevitore e gli oggetti presenti nella scena.

Dispositivi per il rilevamento di ostacoli basati sulla misura del flusso ottico sono descritti ad esempio nei seguenti documenti brevettuali: US.

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

5717792, US 5257209, EP 631109, US 5798796 ed EP 436213.

Gli algoritmi di misura del flusso ottico sono tipicamente implementati in dispositivi elettro-ottici passivi, ossia dispositivi che rilevano la radiazione emessa da sorgenti non comprese nel sistema (ad esempio sole, luna, sistemi di illuminazione artificiale, etc.) e riflessa dalla scena. Per semplificare i calcoli, tipicamente si utilizza un numero esiguo di sensori distinti, sui quale viene calcolato il flusso ottico. L'utilizzo di mezzi ricevitori costituiti da un gran numero di elementi sensibili (ad esempio sensori di visione del tipo CCD o CMOS) richiederebbe infatti potenti unità di calcolo per l'implementazione degli algoritmi di visione artificiale. Infatti, occorre tenere presente che la scena vista da un sensore di visione passivo di solito è molto complessa, in quanto include oggetti posti ad una distanza variabile da pochi centimetri all'infinito. La scena genera quindi una mole enorme di informazioni relative al flusso ottico degli oggetti presenti. L'informazione video della scena acquisita dal sensore ottico deve essere quindi filtrata nel dominio dello spazio e delle frequenze per ridurre la quantità e la complessità dei dati. Solo dopo che

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'IOULX
s.r.l.

tale informazione è stata convenientemente elaborata, essa può essere utilizzata per il calcolo del flusso ottico.

La presente invenzione si prefigge lo scopo di fornire un dispositivo elettro-ottico attivo per il rilevamento di ostacoli che consenta di ridurre notevolmente la quantità di dati su cui implementare gli algoritmi di flusso ottico per il rilevamento degli ostacoli.

Secondo la presente invenzione, tale scopo viene raggiunto da un dispositivo avente le caratteristiche formanti oggetto della rivendicazione principale.

La presente invenzione verrà ora descritta dettagliatamente con riferimento ai disegni allegati, dati a puro titolo di esempio non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica illustrante il principio di funzionamento del dispositivo secondo la presente invenzione,

- la figura 2 è uno schema a blocchi del dispositivo di figura 1,

- le figure 3a e 3b illustrano schematicamente una scena ed il modo in cui la scena viene rilevata dal dispositivo secondo la presente invenzione,



BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

- le figure 4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a e 7b sono viste schematiche di una scena e del modo in cui tale scena viene rilevata da alcune forme di realizzazione del dispositivo secondo la presente invenzione,

- la figura 8 è una vista schematica che illustra la disposizione di tre dispositivi secondo la presente invenzione per misurare il flusso ottico frontale e laterale rispetto alla direzione del moto, e

- la figura 9 è uno schema a blocchi di un sistema di navigazione autonoma utilizzando un dispositivo elettro-ottico secondo la presente invenzione.

Nelle figure 1 e 2 è illustrato lo schema di principio di un dispositivo secondo la presente invenzione. Tale dispositivo comprende mezzi emettitori di radiazione 5, mezzi ricevitori di radiazione 1 che raccolgono la radiazione riflessa da oggetti situati nel campo di vista (FOV) e mezzi di elaborazione 8 dei segnali elettrici generati dai mezzi ricevitori 1. I mezzi ricevitori di radiazione 1 possono essere ad esempio dei sensori ottici CMOS o CCD con configurazione a matrice di pixel. Il mezzo emettitore di radiazioni 5 può ad esempio essere un laser a semiconduttore oppure un LED con

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

emissione a banda stretta, centrata intorno ad una lunghezza d'onda nel campo visibile, infrarosso od ultravioletto. La radiazione generata dai mezzi emettitori 5 è indicata con 7 e la radiazione riflessa dagli oggetti presenti nel campo di vista è indicata con 4. Secondo una caratteristica della presente invenzione, il fascio di radiazione 7 generato dai mezzi emettitori 5 è conformato in modo che la radiazione riflessa 4 raccolta dai mezzi ricevitori 1 investa soltanto una parte predefinita della matrice di ricevitori.

Ad esempio, il dispositivo secondo la presente invenzione può utilizzare una lente cilindrica 6 che genera un fascio ottico 7 di forma rettangolare conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti e focalizzata sulla matrice di fotosensori mediante un obiettivo di formazione di immagine 3 investa una sola riga (e/o colonna) di pixel adiacenti oppure un insieme di righe (e/o colonne) adiacenti. Un reticolo di diffrazione (non illustrato) può essere usato in combinazione con la lente cilindrica 6 per generare un insieme di fasci rettangolari paralleli fra loro e separati angularmente, oppure per la conformazione del fascio in figure geometriche complesse.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'IOULX
s.r.l.

Per rendere il dispositivo elettro-ottico immune dalla radiazione a larga banda emessa o riflessa dallo sfondo, il dispositivo può essere munito di un filtro ottico passabanda 2. a banda stretta, con il massimo di trasmittanza centrato in corrispondenza del picco di emissione dei mezzi emettitori 5.

La distanza massima degli oggetti che contribuiscono al flusso ottico rilevato dai mezzi ricevitori 1 è determinata dall'intensità della radiazione emessa dai mezzi emettitori 5 (e quindi dalla potenza di emissione del fascio ottico generato), dalla riflettanza degli oggetti investiti dalla radiazione e dalla sensibilità dei mezzi ricevitori 1.

Algoritmi di flusso ottico sono implementati sui mezzi di elaborazione 8 per determinare con quale velocità gli ostacoli evolvono nella scena relativamente all'unità mobile.

Il flusso ottico bidimensionale (F.O.) in un punto (x,y) del piano focale dell'immagine acquisita dai mezzi ricevitori è la somma vettoriale di un flusso ottico nella direzione x e nella direzione y , ossia

$$F.O. = (F.O.)_x \hat{x} + (F.O.)_y \hat{y}$$

dove \hat{x} e \hat{y} sono i versori rispettivamente nelle direzioni x e y .

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

La misura di flusso ottico può essere fatta usando vari approcci matematici (metodi del gradiente, metodi basati sulla correlazione, metodi spazio-temporali, ecc.). In particolare il metodo del gradiente, si basa sulla stima delle derivate spaziali $I_x(x,y)$, $I_y(x,y)$ e temporali $I_t(x,y)$ associate ad ogni punto (x,y) dell'immagine acquisita e sul calcolo delle componenti di flusso ottico sulla base dell'equazione di conservazione della luminosità:

$$I_x(O.F.)_x + I_y(O.F.)_y + I_t = 0$$

Nel caso di un flusso ottico unidimensionale, ad esempio se $(O.F.)_y = 0$, l'equazione è nella sola incognita $(O.F.)_x$ calcolata come:

$$(O.F.)_x = -\frac{I_t}{I_x}$$

Nel caso di flusso ottico bidimensionale l'equazione a due incognite va risolta mediante tecniche iterative che permettono di calcolare le due componenti $(O.F.)_y$ e $(O.F.)_x$.

Nelle figure 3a e 3b è mostrato un esempio di funzionamento del dispositivo elettro-ottico secondo la presente invenzione. La figura 3a illustra schematicamente una scena con background a distanza infinita in cui sono presenti due oggetti vicini, uno di forma rettangolare e l'altro di forma circolare. Il dispositivo secondo la presente



BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

invenzione è realizzato in modo da illuminare nel campo di vista del mezzo ricevitore una sola riga di pixel. La striscia nella figura 3a corrisponde al campo di vista illuminato dai mezzi emettitori.

La figura 3b mostra l'informazione acquisita dai mezzi ricevitori. In corrispondenza del campo di vista illuminato dai mezzi emettitori, i mezzi ricevitori registrano, nel tempo, la presenza di ostacoli vicini.

I mezzi elaboratori 8 calcolano il flusso ottico soltanto sulla base dei segnali forniti dagli elementi della matrice di ricevitori (pixel) investiti dalla radiazione. Nell'esempio illustrato nella figura 3, la radiazione riflessa dagli oggetti e focalizzata sulla matrice di sensori può investire un'unica riga di sensori (pixel) oppure un fascio di righe fra loro adiacenti.

Il dispositivo secondo la presente invenzione consente di definire la distanza massima degli oggetti che contribuiscono al calcolo del flusso ottico. Questa distanza è determinata dall'intensità della radiazione emessa dai mezzi emettitori, dalla riflettanza degli oggetti investiti dalla radiazione e dalla sensibilità dei mezzi ricevitori. Il dispositivo secondo l'invenzione può pertanto essere tarato in modo da limitare ad un valore prestabilito

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

la distanza massima degli oggetti che contribuiscono al flusso ottico misurato. In tal modo, l'informazione relativa agli altri oggetti della scena (incluso il background) viene filtrata otticamente. Questo consente di ridurre enormemente la quantità di dati su cui implementare gli algoritmi per la determinazione del flusso ottico per il rilevamento di ostacoli. In altre parole, il sistema acquisisce un'informazione semplificata della scena nella quale vengono evidenziati soltanto gli ostacoli posti in determinate porzioni del campo di vista (definite dalla forma del fascio emesso) ed all'interno di un campo di distanza definito dalla potenza del fascio emesso, dalla riflettanza degli oggetti e dalla sensibilità dei mezzi ricevitori.

Nell'esempio illustrato nelle figure 4a e 4b, il fascio di radiazione generato dall'emettitore è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti è focalizzata sulla matrice di sensori investa una pluralità di righe separate fra loro. Ciascuna riga può investire una singola schiera di sensori (pixel) della matrice oppure un fascio di schiere di sensori fra loro adiacenti.

Negli esempi illustrati nelle figure 3b e 4b, la radiazione riflessa dagli oggetti è focalizzata sulla matrice di sensori investe un'unica linea

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

(figura 3b) oppure un insieme di linee fra loro parallele (figura 4b), parallela o parallele alla direzione del moto indicata dalla freccia 10 nelle figure 3b e 4b.

Il fascio di radiazione generato dall'emettitore può essere conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti e focalizzata sulla matrice di sensori investa un'unica colonna della matrice di sensori oppure un fascio di colonne fra loro adiacenti. Nell'esempio illustrato nelle figure 5a e 5b, il fascio di radiazione generato dall'emettitore è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti e focalizzata sulla matrice di sensori investa una pluralità di colonne separate fra loro. Ciascuna colonna può investire una sola schiera di sensori oppure un fascio di schiere di sensori fra loro adiacenti. Anche nell'esempio di figura 5b la radiazione focalizzata sulla matrice di sensori investe una o più linee parallele alla direzione principale del moto indicata dalla freccia 10.

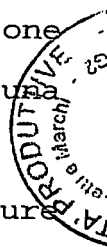
Nell'esempio illustrato nelle figure 6a e 6b, la radiazione focalizzata sulla matrice di sensori investe una pluralità di righe ed una pluralità di colonne secondo una generale configurazione a griglia. Ciascuna riga e ciascuna colonna possono illuminare una sola schiera di pixel oppure un

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

fascio di schiere di pixel fra loro adiacenti della matrice di sensori. Nella figura 6b le righe sono parallele ad una prima componente della direzione del moto 10' e le colonne sono parallele ad una seconda componente della direzione del moto 10''.

Nell'ulteriore esempio illustrato nelle figure 7a e 7b, la radiazione riflessa dagli oggetti e focalizzata sulla matrice di sensori investe una pluralità di linee inclinate parallele alla direzione del moto 10. Come ulteriore variante, la radiazione focalizzata sulla matrice di sensori potrebbe investire un insieme di linee sghembe ciascuna parallela ad una delle direzioni principali del moto.

La radiazione generata dall'emettitore può essere anche conformata in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti e focalizzata sulla matrice di sensori investa un insieme di fasci di linee, dove le linee di ogni fascio sono parallele fra loro e parallele ad una delle componenti del moto, mentre i fasci sono fra loro non paralleli. I diversi fasci possono essere generati da altrettante sorgenti di radiazione distinte. Le sorgenti di radiazione per i diversi fasci possono avere lunghezze d'onda di picco diverse fra loro. Inoltre i diversi fasci di



BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

linee con le diverse lunghezze d'onda possono essere raccolti da ricevitori distinti.

Uno o più dispositivi elettro-ottici attivi secondo la presente invenzione possono essere utilizzati come dispositivo di rilevamento di ostacoli in sistemi di navigazione autonoma. Nella figura 8 è illustrato un esempio di sistema con tre dispositivi elettro-ottici 9 per la misura del flusso ottico dell'area frontale delle due viste laterali di un'unità mobile con la direzione del moto indicata con la freccia 10. Nell'esempio di figura 8 i campi di vista dei singoli dispositivi elettro-ottici 9 non si sovrappongono fra loro. In alternativa, i dispositivi 9 possono essere disposti in modo che i rispettivi campi di vista si sovrappongano almeno parzialmente fra loro.

Uno o più dispositivi elettro-ottici secondo l'invenzione possono essere integrati con dispositivi di misura inerziale e di localizzazione per realizzare sistemi integrati per la stabilizzazione e navigazione autonoma di piattaforme terrestri o volanti. Nella figura 9 è schematicamente illustrato un sistema di navigazione autonoma comprendente un'unità di elaborazione a microprocessore 14, dispositivi di misura inerziale 11, dispositivi di indicazione di rotta 13,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

strumenti di localizzazione satellitare 12 e da uno o più dispositivi elettro-ottici 9 del tipo descritto in precedenza. Il sistema di misura inerziale 11 può essere del tipo "strap-down" a sei gradi di libertà e costituito da tre giroscopi e tre accelerometri con gli assi orientati in tre direzioni ortogonali. L'unità di indicazione di rotta 13 può impiegare un magnetometro a tre assi che misura il campo magnetico terrestre. L'unità di localizzazione satellitare 12 può essere costituita da un ricevitore e da un'antenna GPS (o Galileo).

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, i particolari di costruzione e le forme di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato a puro titolo di esempio, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione così come definito nelle rivendicazioni che seguono.

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OULX
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema elettro-ottico imbarcabile su unità mobili terrestri o volanti, per la determinazione del flusso ottico generato da ostacoli in movimento relativo rispetto all'unità mobile, caratterizzato dal fatto che comprende mezzi emettitori di radiazione (5), mezzi ricevitori (1) per la conversione della radiazione riflessa dagli oggetti in segnali elettrici e mezzi di elaborazione (8) dei segnali generati da detti mezzi ricevitori (1), in cui detti mezzi ricevitori (1) comprendono almeno un sensore di visione con configurazione a matrice di ricevitori ed in cui detti mezzi emettitori (5, 6) conformano il raggio di radiazione in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti e raccolta dai mezzi ricevitori investa almeno una parte della matrice di ricevitori, ed in cui detti mezzi di elaborazione calcolano il flusso ottico soltanto sugli elementi della matrice di ricevitori investiti dalla radiazione.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la determinazione del flusso ottico è effettuata entro un campo di distanza predeterminato.

3. Sistema secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la distanza massima

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

degli oggetti che contribuiscono al flusso ottico è determinata dall'intensità della radiazione emessa dai mezzi emettitori (5), dalla riflettanza degli oggetti investiti dalla radiazione e dalla sensibilità dei mezzi ricevitori (1).

4. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la distribuzione e la forma dei ricevitori all'interno della matrice sono vincolate alla forma del fascio di radiazione emessa dai mezzi emettitori (5).

5. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che comprende un filtro ottico passabanda a banda stretta (2) con il massimo di trasmittanza centrato in corrispondenza del picco di emissione dei mezzi emettitori (5).

6. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi sensori (1) comprendono una matrice di sensori del tipo CCD o CMOS.

7. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato dai mezzi emettitori (5) è conformato in modo che la radiazione (4) riflessa dagli oggetti e focalizzata sulla matrice di sensori (1) investa un'unica schiera di sensori oppure un fascio di schiere di sensori adiacenti.



BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

8. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato dai mezzi emettitori (5, 6) è conformato in modo che la radiazione (4) riflessa dagli oggetti e focalizzata sulla matrice di sensori (1) investa un insieme di righe separate fra loro.

9. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato da detti mezzi emettitori (5, 6) è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti (4) e focalizzata sulla matrice di sensori (1) investa un insieme di fasci di righe, dove le righe di ciascun fascio sono adiacenti fra loro ed i fasci sono separati fra loro.

10. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato da detti mezzi emettitori (5, 6) è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti (4) e focalizzata sulla matrice di sensori (1) investa un'unica colonna oppure un fascio di colonne adiacenti.

11. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato da detti mezzi emettitori (5, 6) è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti (4) e focalizzata sulla matrice di sensori

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

(1) investa una pluralità di colonne separate fra loro.

12. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato da detti mezzi emettitori (5, 6) è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti (4) è focalizzata sulla matrice di sensori (1) investa un insieme di fasci di colonne dove le colonne di ciascun fascio sono adiacenti fra loro ed i fasci sono separati fra loro.

13. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato da detti mezzi emettitori (5, 6) è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti (4) è focalizzata sulla matrice di sensori (1) investa un'unica linea oppure un insieme di linee parallele fra loro e parallele alla direzione principale del moto (10).

14. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato da detti mezzi emettitori (5, 6) è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti (4) è focalizzata sulla matrice di sensori (1), investa un insieme di linee sghembe ciascuna parallela ad una delle direzioni principali del moto.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

15. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il fascio di radiazione (7) generato da detti mezzi emettitori (5, 6) è conformato in modo che la radiazione riflessa dagli oggetti (4) e focalizzata sulla matrice di sensori (1), investa un insieme di fasci di linee, dove le linee di ogni fascio sono parallele fra loro e parallele ad una delle componenti del moto, mentre i fasci sono fra loro non paralleli.

16. Sistema secondo la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che i diversi fasci di linee sono generati da altrettante sorgenti di radiazione distinte.

17. Sistema secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che le sorgenti di radiazione per i diversi fasci hanno una lunghezza d'onda di picco diversa.

18. Sistema secondo la rivendicazione 17, caratterizzato dal fatto che i diversi fasci di linee con le diverse lunghezze d'onda sono raccolti da ricevitori distinti.

19. Dispositivo di navigazione autonoma comprendente una pluralità di sistemi secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, ciascuno orientato in una diversa direzione dello spazio separata angolarmente dalle altre, in modo che i

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

campi di vista dei singoli sistemi elettro-ottici non si sovrappongano.

20. Dispositivo per il rilevamento di ostacoli comprendente una pluralità di sistemi secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 18, ciascuno orientato in una diversa direzione dello spazio, separata angolarmente dalle altre in modo che i campi di vista dei singoli sistemi elettro-ottici si sovrappongano almeno parzialmente fra loro.

21. Sistema anti-collisione o sistema di navigazione autonoma di unità mobili, caratterizzato dal fatto che comprende un sistema elettro-ottico per la rilevazione del flusso ottico secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 18.

22. Sistema secondo la rivendicazione 21, caratterizzato dal fatto che comprende un dispositivo di navigazione inerziale di tipo "strap-down".

23. Sistema secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto che il dispositivo di navigazione inerziale comprende tre giroscopi, tre accelerometri e/o un magnetometro a tre assi usato come indicatore di rotta e/o un sistema di posizionamento satellitare.

24. Sistema elettro-ottico secondo la rivendicazione 1, in cui gli algoritmi per la



BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

determinazione del flusso ottico sono implementati su un processore mediante l'utilizzo di tecnologia VLSI (Very Large Scale Integration).

25. Sistema elettro-ottico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che comprende un dispositivo ottico per la misura delle distanze degli ostacoli.

~~Ing. Mauro MARCHITELLI~~
~~Pr. 15042/ALBS/007~~
(in proprio e per gli altri)

 CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI TORINO

TO 2003A 000197

FIG. 1

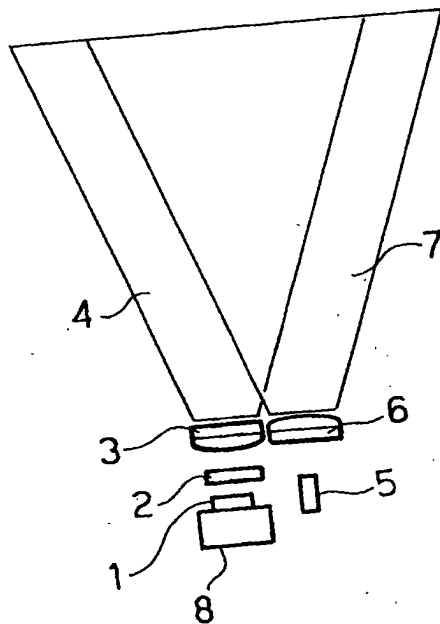


FIG. 2

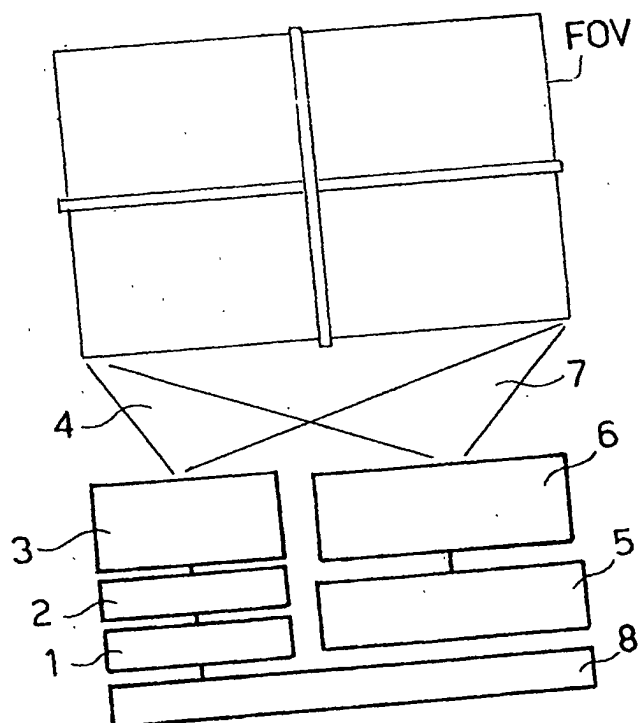


FIG. 5a

FIG. 5b

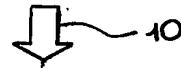
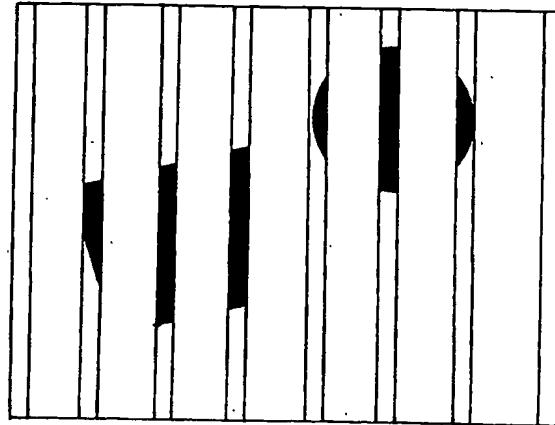


FIG. 6a

FIG. 6b

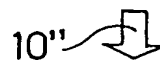
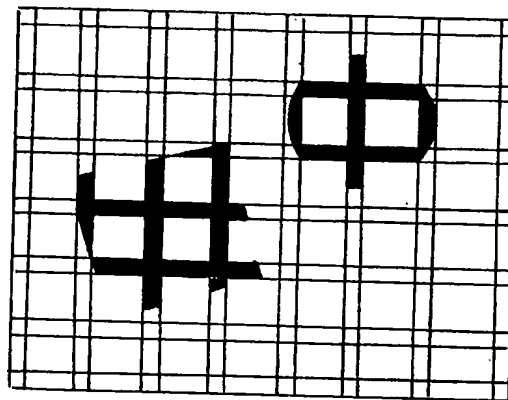


FIG. 7a

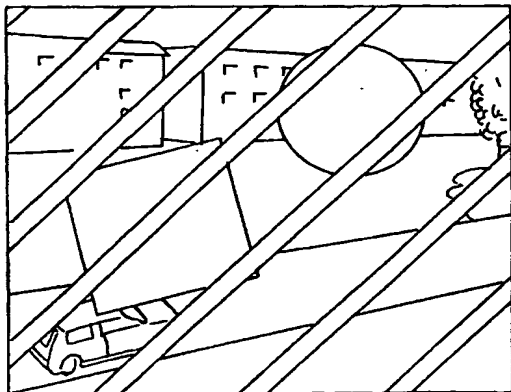
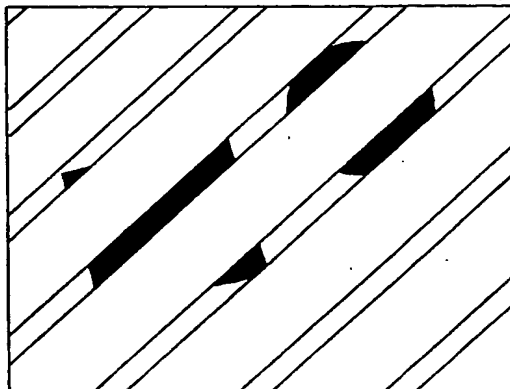
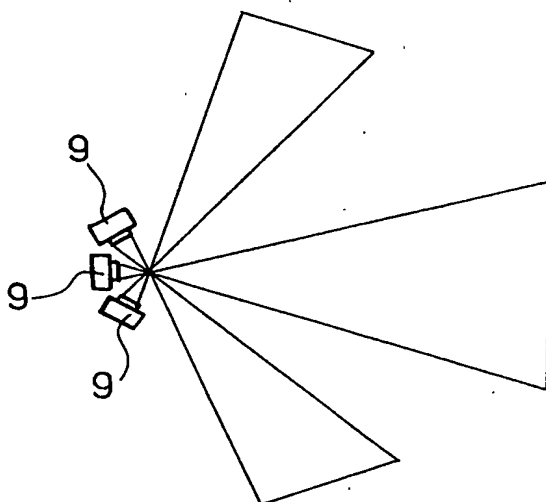


FIG. 7b



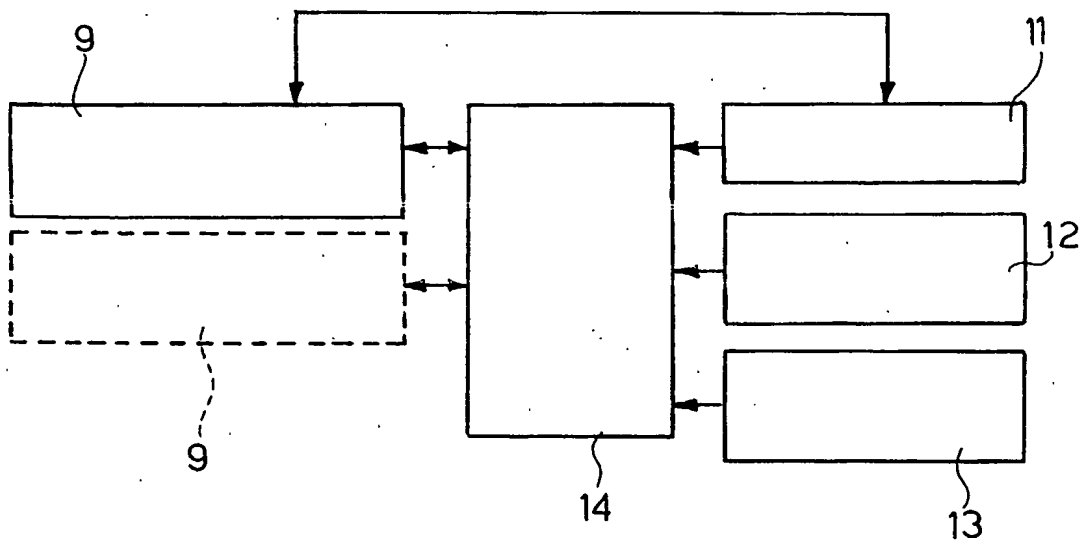
10

FIG. 8



10

FIG. 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.